



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des ersten Sachanspruchs.

Es ist allgemein bekannt, daß Elektromotoren mit mehreren Strängen derart bestromt werden, daß in Abhängigkeit von der Drehposition einer oder mehrere dieser Stränge mit einem Motor-Ansteuersignal angesteuert werden, was allgemein als Kommutierung bezeichnet wird. Es ist ebenfalls bekannt, daß für die Kommutierung ein oder mehrere Sensoren vorgesehen sind, die die Position des Motors erfassen. Aufgrund dieser Sensorsignale werden Ansteuersignale für den Motor bestimmt.

Es ist weiterhin bekannt, für eine genaue Regelung der Drehgeschwindigkeit, auch Drehzahl genannt, eines Motors einen weiteren Sensor vorzusehen, dessen Auflösung wesentlich höher ist, als die des Kommutierungs-Sensors.

Für die Optimierung eines Systems, bestehend aus einem Motor und entsprechenden Ansteuerstufen, bezüglich der Kommutierung ist ein entsprechender Abgleich erforderlich. Dabei werden unter anderem Verzögerungen, wie sie beispielsweise innerhalb der Ansteuerstufen oder durch eine ungenaue Sensormontage entstehen, dadurch kompensiert, daß die Ansteuersignale zur Bestromung des Motors vorzeitig erzeugt werden. Es hat sich inzwischen herausgestellt, daß ein derartiger, in der Regel einmaliger, Abgleich nicht ausreichend ist für eine gute Kommutierung eines Elektromotors.

Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Kommutierung zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch und durch eine Vorrichtung gemäß dem ersten Sachanspruch.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind durch die Unteransprüche angegeben.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den Zeitpunkt der Erzeugung der Steuersignale zu bestimmen aufgrund von Sensorsignalen, die ein Maß sind für die Drehposition des Motors und aufgrund von Korrekturwerten, die ein Maß darstellen für zeitliche und/oder drehwinkelabhängige Verschiebungen der Sensorsignale. Diese Korrekturwerte können erfindungsgemäß bestimmt werden beispielsweise während eines Fertigungsprozesses, einer Wartung oder dergleichen, oder aber durch Optimierung von Betriebsgrößen, wie beispielsweise der Minimierung des Stroms, mit dem der Motor angesteuert wird.

Bei einigen heute bekannten Systemen stehen mehrere Arten von Sensorsignalen zum Betrieb des Motors zur Verfügung. So dienen bei diesen bekannten Systemen beispielsweise Signale von einem Sensor oder mehreren Sensoren einer ersten Gruppe, die eine relativ grobe Auflösung aufweisen bezüglich der Drehposition, zur Erzeugung der Motor-Kommutierung. Signale von einem oder mehreren Signalen von Sensoren einer zweiten Gruppe, die eine wesentlich feinere Auflösung aufweisen als die Sensoren der ersten Gruppe, dienen zur Bestimmung der Drehzahl bzw. des Drehwinkels.

Die Signale der zweiten Sensorgruppe können bei einer Ausgestaltung der Erfindung dafür verwendet werden, den Zeitpunkt zur Erzeugung der Steuersignale zu korrigieren.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden in den folgenden Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel zur zeitlichen Korrektur;

Fig. 2 Diagramme von Signalverläufen gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1;

Fig. 3 das Flußdiagramm eines bevorzugten Verfahrens gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1;

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel zur drehwinkelabhängigen Korrektur.

Bevor auf die Beschreibung der Ausführungsbeispiele näher eingegangen wird, sei darauf hingewiesen, daß die in den Figuren einzeln dargestellten Blöcke lediglich zum besseren Verständnis der Erfindung dienen. Üblicherweise sind einzelne oder mehrere dieser Blöcke zu Einheiten zusammengefaßt. Diese können in integrierter oder Hybridtechnik oder als programmgesteuerter Mikrorechner, bzw. als Teil eines zu seiner Steuerung geeigneten Programmes realisiert sein.

Die in den einzelnen Stufen enthaltenen Elemente können jedoch auch getrennt ausgeführt werden.

Fig. 1 zeigt einen Motor 10, der mechanisch verbunden ist mit einem Drehrad 11. Dieses weist eine erste Gruppe von Marken 12 und eine zweite Gruppe von Marken 13 auf. Aufgrund der ersten Gruppe von Marken 12 wird durch einen ersten Sensor 14 ein erstes Sensorsignal S1 erzeugt und aufgrund der zweiten Gruppe von Marken 13 wird durch einen zweiten Sensor 15 ein Sensorsignal S2 erzeugt.

Die Sensorsignale S1, S2 werden an ein Steuergerät 16 geleitet, dem als weitere Eingabegröße ein Wert für die gewünschte Drehrichtung DR eingegeben werden kann. Das Ausgangssignal SP des Steuergerätes 16 führt zu einem Verstärker 17, der den Motor 10 mittels des Ansteuersignals A bestromt.

Die Marken 12, 13 können beispielsweise als optische, elektrische und/oder magnetische Marken ausgebildet sein.

Die Form des Ansteuersignals A ist abhängig von der Gestaltung des Motors 10. Für einen dreisträngigen Motor sind geeignete Sensorsignale S1 und geeignete Ansteuersignale A in Fig. 2 dargestellt.

Wie in Fig. 2 angegeben, erzeugt der erste Sensor 14 ein Sensorsignal S1, das periodisch nach jeweils 15° einen Spannungsimpuls liefert. Durch diese Spannungsimpulse sind Zeittakte t1, t2, ... definiert. In Fig. 2a sind drei Spannungsimpulse herausgehoben und mit B, D, E bezeichnet. Diese Impulse werden durch diejenigen Marken 12 erzeugt, die in Fig. 1 entsprechend bezeichnet wurden. Darauf wird in der weiteren Beschreibung noch eingegangen.

Das Motor-Ansteuersignal A besteht aus drei Ansteuersignalen A1, A2, A3 für die einzelnen Motorstränge. Die Signale A1, A2, A3 haben in diesem Ausführungsbeispiel den in den Fig. 2b, c, d dargestellten Verlauf. So wird ein erster Motor-Strang mittels des Ansteuersignales A1

- i) während der ersten beiden Zeittakte t1, t2 positiv bestromt,
- ii) während des Zeittaktes t3 hochohmig geschaltet,
- iii) während der Zeittakte t4 und t5 negativ bestromt und
- iv) während des Zeittaktes t6 hochohmig geschaltet.

Die Bestromung der beiden anderen Motorstränge

erfolgt wie in Fig. 2c und d dargestellt. Auf diese an sich bekannte Ansteuerung soll hier nur insoweit eingegangen werden, wie es für das Verständnis der vorliegenden Erfindung notwendig ist.

Damit beispielsweise das Ansteuersignal A1 für den ersten Motorstrang den gewünschten Verlauf aufweist, ist es zum Ausgleich von internen Verzögerungen erforderlich, daß das Steuergerät 16 vor dem Auftreten eines Spannungsimpulses des Sensorsignales S1 einen Steuerimpuls erzeugt, der zur Umschaltung des Motor-Ansteuersignals von einem ersten in einen anderen der Zustände i—iv (siehe Tabelle) führt.

Beispielhaft für einen derartigen von dem Steuergerät 16 erzeugten Steuerimpuls sei beispielsweise das Signal SP angesehen, das an den Verstärker 17 weitergeleitet wird. Damit sind in diesem Ausführungsbeispiel diejenigen Verzögerungen zu kompensieren, die durch den Verstärker 17 und durch Signallaufzeiten hinter dem Verstärker 17 auftreten.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß in Abhängigkeit von der Gestaltung des Steuergerätes 16 auch dort entsprechende Verzögerungen auftreten können, die wie im folgenden beschrieben, kompensiert werden können.

In diesem Ausführungsbeispiel dient nicht derjenige Spannungsimpuls von Signal S1 zur Umschaltung des Motor-Ansteuersignals A, der in Fig. 2 jeweils am Anfang eines entsprechenden Zeittaktes auftritt (Impuls B für Flanke C), sondern derjenige Spannungsimpuls, der zuvor auftritt, also beispielsweise bei einer Drehung im Uhrzeigersinn der Impuls D für Flanke C. Dadurch wird unter Umständen erforderlich, daß eine Verzögerung zwischen dem Impuls D und dem Umschalten des Signals SP bewirkt wird.

Der Wert dieser Verzögerung ist bei einer ersten Ausführung als Sollwert fest vorgebar, und wird ermittelt beispielsweise während eines Fertigungsprozesses oder bei einem Reparaturfall. Dieser Sollwert wird verglichen mit dem Sensorsignal S2 und daraufhin wird das Steuersignal SP derart umgeschaltet, daß beispielsweise die Flanke C des Ansteuersignals A1 genau zu Beginn des Zeittaktes t3 auftritt.

Dreht der Motor 10 das Drehrad 11 entgegen dem Uhrzeigersinn, was dem Steuergerät 16 durch das Signal DR von außen vorgebar ist, so tritt der Impuls E vor dem Impuls B auf (siehe auch Fig. 1). Hierbei kann für eine optimale Kommutierung eine andere Verzögerung erforderlich werden als bei der Drehrichtung im Uhrzeigersinn. Daher ist auch ein zweiter Sollwert auszuwerten.

Das entsprechende Verfahren ist in Fig. 3 dargestellt. Nach dem Start in Schritt 100 wird eine der gewünschten Drehrichtungen DR1, beispielsweise im Uhrzeigersinn, oder DR2, beispielsweise entgegen dem Uhrzeigersinn, im Schritt 101 eingegeben. In Schritt 102 erfolgt eine Abfrage, welche der beiden Drehrichtungen vorliegen. Handelt es sich um die Drehrichtung DR1, so läuft das Verfahren bei Schritt 103 fort, wo bewirkt wird, daß das Steuersignal SP zeitlich um einen Zeitraum dt1 vorverlegt wird.

Wird in Schritt 102 jedoch festgestellt, daß es sich um die Drehrichtung DR2 handelt, so wird das Steuersignal SP im Schritt 104 um einen zeitlichen Wert dt2 vorverlegt.

Hierzu sei angemerkt, daß die zeitliche Versetzung des Steuersignals SP erfolgen kann, wie es im Zusammenhang mit der Beschreibung der Fig. 1, 2 erwähnt wurde. Denkbar ist jedoch beispielsweise auch, daß das

Signal S1 abgespeichert wird und die Steuersignale SP grundsätzlich um einen bestimmten Wert T zeitlich verzögert ausgegeben werden. Die Korrektur von systembedingten Verzögerungen, und bei Bedarf auch in Abhängigkeit von der Drehrichtung, würde in diesem Fall durch eine zeitliche Versetzung bezüglich der Verzögerung T erfolgen. Diese Variante ist auch denkbar, wenn nur eine Drehrichtung für den Motor 10 vorgesehen ist.

Sowohl nach Schritt 103 als auch nach Schritt 104 fährt das Verfahren mit Schritt 105 fort, wo der Motor 10 durch das zeitlich korrigierte Ansteuersignal A bestromt wird. Nach Ende des Betriebs des Motors 10 endet das Verfahren mit Schritt 106.

Bei einer Ausgestaltung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 ist vorgesehen, den Strom mit dem der Motor 10 bestromt wird, durch einen Stromsensor 18 zu erfassen, der in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet ist, und dem Steuergerät 16 ein entsprechendes Signal S3 zuzuführen.

Das Sensorsignal S3 wird von dem Steuergerät 16 derart ausgewertet, daß der Wert des Stromes, dem der Motor 10 zugeführt wird, durch Variation der Zeiten dt1, dt2 auf ein Minimum eingeregelt wird bei gleicher Belastung des Motors 10. Dadurch wird also der Wirkungsgrad auf ein Maximum geregelt, was einer optimalen Kommutierung entspricht.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 liegt darin, daß die Korrektur des Kommutierungssignals hier in Abhängigkeit von dem Drehwinkel erfolgt, und nicht in Abhängigkeit von der Zeit, wie bei dem vorigen Ausführungsbeispiel. Das stellt insbesondere bei einer nicht-konstanten Drehgeschwindigkeit des Motors 10 einen wesentlichen Unterschied dar. Durch dieses Ausführungsbeispiel werden insbesondere Fehler, die durch einen Versatz des Sensors 14 entstehen, korrigiert.

Mittel und Signale, die die gleiche Bedeutung haben, sind in Fig. 4 mit den gleichen Referenzzeichen bezeichnet wie in Fig. 1 und auf sie wird nur insoweit eingegangen, wie es für das Verständnis notwendig ist.

In Fig. 4 weist das Steuergerät 16 einen Zähler 20 auf, dem die Sensorsignale S1, S2 und ein Korrektursignal K aus einem Speicher 21 zugeführt werden. Das Ausgangssignal ZS des Zählers 20 und auch das Korrektursignal K werden zu einem Dekoder 22 geleitet, der das Steuersignal SP erzeugt.

Der Zähler 20 ist derart ausgebildet, daß er von 0 bis m zählt. Dabei ist m die Anzahl von Impulsen durch die Marken 13 während eines vollständigen Arbeitszyklus (t1—t6; siehe Fig. 2). Bei Erreichen des Wertes m fängt der Zähler 20 erneut von Null an zu zählen und es wird ein Zählersignal ZS erzeugt, wodurch der Dekoder 22 ein Steuersignal SP generiert und ein entsprechendes Motor-Ansteuersignal A an den Motor 10 abgegeben wird.

Der in dem Speicher 21 abgespeicherte Korrekturwert wird ermittelt beispielsweise während eines Fertigungsprozesses oder einer Wartung oder aber automatisch bestimmt durch Optimierung von Betriebsgrößen, wie beispielsweise Minimierung des Ansteuerstromes.

Wird eine der Marken 12, beispielsweise B, durch den Sensor 14 detektiert, so fängt der Zähler 20 ausgehend von einem Korrekturwert K an zu zählen. Für die folgende Erläuterung wird davon ausgegangen, daß sich das Rad 11 im Uhrzeigersinn dreht.

Ist K gleich Null, so werden alle m Impulse detektiert und gezählt und gleichzeitig mit der Detektion einer

weiteren Marke 12 (E) wird der Zählerwert Null erreicht und das Zählersignal ZS erzeugt.

Ist K größer als Null, so zählt der Zähler 20 nur m-K Impulse bis der Wert Null erreicht wird und das Signal ZS erzeugt wird. Damit liegt der entsprechende Zeitpunkt zur Erzeugung eines Steuersignales für die Marke E vor deren Detektion.

Ist K kleiner als Null, so entspricht der Zeitpunkt, zu dem der Wert Null gezählt wird, dem Zeitpunkt, zu dem die Ansteuerung für die Marke B erfolgt.

Das heißt, der Detektor 22 muß berücksichtigen, ob K größer oder kleiner als Null ist und entsprechend das Ansteuersignal für eine folgende (E) der Marken 12 oder für eine vorangegangene (B) der Marken 12 erzeugen.

Bei der entgegengesetzten Drehrichtung, in diesem Ausführungsbeispiel entgegen dem Uhrzeigersinn, fängt der Zähler 20 nicht mit dem Wert K an zu zählen, sondern mit dessen negativem Wert -K. Sowohl der Zähler 20 als auch der Detektor 22 muß also die Drehrichtung DR bei der entsprechenden Signalerzeugung berücksichtigen.

Die Art der Korrektur dieses Ausführungsbeispiels kann auch mit derjenigen des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 bzw. Fig. 3 kombiniert werden.

Versionen der genannten Ausführungsbeispiele können mindestens eine der folgenden Variationen aufweisen:

- Auch wenn nur eine Drehung vorgesehen ist, so kann die optimale Kommutierung in Abhängigkeit von einer Betriebsgröße, wie beispielsweise dem Ansteuerstrom bestimmt werden;
- auch wenn anstelle der beiden Sensoren 14, 15 nur ein Sensor vom Typ Sensor 15 verwendet wird, kann eine Motor-Kommutierung mit einer entsprechenden Korrektur erfolgen.

Patentsprüche

1. Verfahren zur Kommutierung eines Elektromotors mit einem oder mehreren Motorsträngen, wobei Sensorsignale eines oder mehrerer Sensoren, die die Drehzahl und/oder Drehposition des Motors erfassen, ausgewertet werden und daraufhin der jeweilige Zeitpunkt bestimmt wird, zu dem Steuersignale (SP) erzeugt werden, die zur Bildung von Motor-Ansteuersignalen (A) dienen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweilige Zeitpunkt der Erzeugung der Steuersignale (SP) korrigiert wird aufgrund von einer oder mehreren Korrekturgrößen, die ein Maß darstellen für zeitliche und/oder drehwinkelabhängige Verschiebungen der Sensorsignale.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Sensorsignal (S1) mit einer groben Auflösung bezüglich der Drehposition und ein zweites Sensorsignal (S2) mit einer feinen Auflösung bezüglich der Drehposition vorhanden sind, wobei das erste Sensorsignal (S1) verwendet wird zur Bestimmung, welcher Motorstrang auf welche Weise bestromt wird, und das zweite Sensorsignal (S2) zur zeitlichen und/oder drehwinkelabhängigen Korrektur dient.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Korrekturgröße abhängig ist von der Drehrichtung des Motors.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Korrekturgröße fest vorgebar ist und/oder bestimmt wird aufgrund der Regelung einer Betriebsgröße.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsgröße der Wert des Stromes ist, mit dem der Motor bestromt wird und daß dieser derart eingestellt wird, daß es dem Maximalwert des Wirkungsgrades entspricht.

6. Vorrichtung zur Kommutierung eines Elektromotors (10) mit einem oder mehreren Motorsträngen, wobei die Vorrichtung folgende Mittel aufweist:

- einen oder mehrere Sensoren (14, 15), die die Drehzahl und/oder Drehposition des Motors erfassen, und
- ein Steuermittel (16), das aufgrund der Sensorsignale der Sensoren (14, 15) den jeweiligen Zeitpunkt bestimmt, zu dem Steuersignale (SP) erzeugt werden, die zur Bildung von Motor-Ansteuersignalen (A) dienen, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (16) den jeweiligen Zeitpunkt der Erzeugung der Steuersignale (SP) korrigieren in Abhängigkeit von einer oder mehreren Korrekturgrößen (K), die ein Maß darstellen für zeitliche und/oder drehwinkelabhängige Verschiebungen der Sensorsignale.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Sensor (14) ein erstes Sensorsignal (S1) mit einer groben Auflösung bezüglich der Drehposition erzeugt, daß ein zweiter Sensor (15) ein zweites Sensorsignal (S2) mit einer feinen Auflösung bezüglich der Drehposition erzeugt, und daß das Steuermittel (16) aufgrund des ersten Sensorsignals (S1) bestimmt, welcher Motorstrang auf welche Weise bestromt wird, und aufgrund des zweiten Sensorsignals (S2) zeitliche und/oder drehwinkelabhängige Korrekturen durchführt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Korrekturgröße abhängig ist von der Drehrichtung des Motors.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speichermittel (21) vorgesehen ist, in dem ein zuvor bestimmter Wert der Korrekturgröße abspeicherbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Betriebsgrößensensor (18) vorgesehen ist, der eine Betriebsgröße des Motors (10) erfaßt und daß Mittel vorgesehen sind, die die Betriebsgröße regeln und dadurch den Wert der Korrekturgröße bestimmen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



